

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報 (A) 昭55-41927

| | | | |
|--|-------------------------------|--|---|
| ⑫ Int. Cl. ³ C 21 D 8/00 6/00 | 識別記号 C 22 C 38/04 38/12 | 厅内整理番号 7217-4K 7217-4K 6339-4K 6339-4K | ⑬ 公開 昭和55年(1980)3月25日 発明の数 4 審査請求 未請求 |
|--|-------------------------------|--|---|

(全 7 頁)

⑭ 加工性のすぐれた高韧性高張力鋼の製造法

⑪ 特 願 昭53-113804

⑫ 出 願 昭53(1978)9月16日

⑬ 発明者 柚島登明

神戸市灘区土山町8番地

⑭ 発明者 小川隆郎

神戸市北区泉台3丁目12番11号

⑬ 出願人 株式会社神戸製鋼所

神戸市葺合区脇浜町1丁目3番

18号

⑭ 代理人 弁理士 金丸章一

目次

1. 発明の名称

加工性のすぐれた高韧性高張力鋼の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) C : 0.005~0.2%, Mn : 0.8~2.5%, Si が 1.0% 以下, Nb, V の 1 種又は 2 種を 0.005~0.2% 含有し、残部が鉄及び不可避不純物より成る鋼を 1000°C ~ 1800°C に加熱し、少なくとも 980°C 以下 Ar8 の温度範囲で表面率 80% 以上加工して、冷却途中のフェライト相析出温度域において、フェライト相として 5~60% 析出後に急冷してフェライト・マルテンサイトの 2 相層状組織となす加工性の優れた高韧性高張力鋼の製造方法。

(2) C : 0.005~0.2%, Mn : 0.8~2.5%, Nb, V の 1 種又は 2 種を 0.005~0.2% 含有し、さらに Ar8 が 0.1% 以下、Ni が 0.15% 以下、Cr, Mo, Co がそれぞれ 0.7% 以下、Ti が 0.05% 以下、C_o が 0.02% 以下、C_o が 0.008% 以下の 1 種又は 2 種以上を含有し、残部が鉄及び不可避不純物より成る鋼を 1000°C ~ 1800°C に加熱し、少なくとも 980°C 以下 Ar8 の温度範囲で表面率 80% 以上加工して、冷却途中のフェラ

イト相析出温度域において、フェライト相として 5~60% 析出後に急冷してフェライト・マルテンサイトの 2 相層状組織となす加工性の優れた高韧性高張力鋼の製造方法。

(3) C : 0.005~0.2%, Mn : 0.8~2.5%, Nb, V の 1 種又は 2 種を 0.005~0.2% 含有し、残部が鉄及び不可避不純物より成る鋼を 1000°C ~ 1800°C に加熱し、少なくとも 980°C 以下 Ar8 の温度範囲で表面率 80% 以上加工して、冷却途中のフェライト相、析出温度域においてフェライト相として 5~60% 析出後に急冷してフェライト・マルテンサイトの 2 相層状組織となし、次いで 800°C ~ 650°C で焼戻す加工性の優れた高韧性高張力鋼の製造方法。

(4) C : 0.005~0.2%, Mn : 0.8~2.5%, Nb, V の 1 種又は 2 種を 0.005~0.2% 含有し、さらに Ar8 が 0.1% 以下、Ni が 1.5% 以下、Cr, Mo, Co がそれぞれ 0.7% 以下、Ti が 0.05% 以下、C_o が 0.02% 以下、C_o が 0.008% 以下の 1 種又は 2 種以上を含有し、残部が鉄及び不可避不純物より成る鋼を 1000°C ~ 1800°C に加熱し、少なくとも 980°C 以下 Ar8 の温度範囲で表面率 80% 以上加工して、冷却途中のフェラ

DEST
AVAILABLE COPY

てに加熱し、少なくとも、980°C 以下 Ar8 の温度範囲で延面率 80% 以上加工して、冷却途中のフェライト相析出温度域において、フェライト相として 5 ~ 60% 斷出後に急冷して、フェライト・マルテンサイトの 2 相層状組織となし、次いで 800°C ~ 600°C で焼戻す加工性の優れた高屈性高強力鋼の製造方法。

8. 発明の詳細な説明

本発明は引張強度 50kg/mm² 以上を有し、冷間加工性の優れた高屈性高強力鋼の製造方法に関するものである。

引張強度 50 ~ 100kg/mm² 級高強力鋼の用途は広く、構造物、造船等に適用される場合には良好な溶接性が要求される。一方、産業機械分野やパイプ用素材、ボルト用素材のごとき所定寸法に加工され、その後必要に応じて溶接される鋼では優れた冷間加工性、および溶接性が要求される。従来の非調質型高強力鋼や調質型高強力鋼において強度上昇を図るために多量の添加元素が使われ、必然的に C 当量が高くなり溶接性に悩ましいとは言い

難い。このような鋼の高強度化は降伏比の増大、塑性、延性の劣化を伴い本質的な問題を有する。したがって、高強度鋼は冷間加工時のクレ発生やスプリングバックによる形状凍結不良を生じやすい。本発明はかかる問題に対処すべく従来と異なった方法で鋼の強度上昇を図るものであり、所要強度を得るための C 当量を大幅に下げることにより溶接性を改善し、さらに、極低降伏比を実現し、優れた冷間加工性を具備せしめる方法である。すなわち本発明は C : 0.005 ~ 0.2%, Mn : 0.8 ~ 2.5%, Si が 1.0% 以下、Nb, V の 1 種又は 2 種を 0.005 ~ 0.2% 含有し、あるいはさらに Al が 0.1% 以下、Ni が 0.15% 以下、Cr, Mo, Cu がそれぞれ 0.7% 以下、Ti が 0.05% 以下、Co が 0.02% 以下、Nb が 0.008% 以下の 1 種又は 2 種以上を含有し、残部が鉄及び不可避不純物より成る鋼を 1000°C ~ 1800°C に加熱し、少なくとも 980°C 以下 Ar8 温度範囲で延面率 80% 以上加工して、冷却途中のフェライト相析出温度域において、フェライト相として 5 ~ 60% 断出後に急冷してフェライト・マルテンサイトの 2

- 8 -

- 4 -

相層状組織となし、あるいはさらに 800°C ~ 650°C 焼戻す加工性の優れた高屈性高強力鋼の製造方法である。

本発明の鋼は Ar8 以上で熱間加工を行なう。その際、オーステナイト粒の粗大化を防止し、Nb あるいは V の炭窒化物生成元素を溶体化するためにも 1000°C ~ 1800°C 好しくは 1050 ~ 1200°C でオーステナイト化するのが望ましい。熱間加工によりオーステナイト粒の粗粒化を防ぎ、オーステナイトの再結晶進行が著しく遅延する温度範囲、980°C 以下 Ar8 点で延面率 80% 以上で加工する。該当温度における加工はオーステナイトに多量の歪を導入するものであり、硬化したオーステナイトは通常の CCT 曲線におけるフェライト相析出温度域を高め、短時間側に移行せしめる。980°C を超えてはオーステナイトが再結晶を起しやすく、加工延面率 80% 以下ではオーステナイトに歪を与える効果が認められないからである。

加工後、冷却途中のフェライト相析出温度域において、フェライト相の析出に伴つて、未変態オ

ーステナイト部に C が濃化される。フェライト相として 5 ~ 60% 断出後に C 濃度の高い未変態オーステナイトを急冷して微細フェライト粒とみかけ上 C 濃度の高いマルテンサイトの 2 相層状組織を得る。硬化オーステナイトから析出するフェライト粒は微細で延性、塑性に好ましく、マルテンサイトは C 濃度により極めて高い強度を有し、オーストワーム鋼の例で周知のように、硬化オーステナイトからのマルテンサイトは塑性に富む。従来の (A + a) 2 相域加熱焼入れによるフェライト・マルテンサイト 2 相鋼はフェライト粒の微細化が難しく、かつ、フェライト粒は強度の高いマルテンサイトに囲まれた分散分布をなし、フェライト部の応力集中が高くフェライト部の早期破壊が生じやすい欠点を有する。本発明によるフェライト・マルテンサイト 2 相層状組織鋼はフェライト粒の微細が容易であることと、それらが列をなして分布し、マルテンサイトと層状をなすことからフェライトの早期破壊が防止され、高い延性、塑性が確保される。

- 6 -

- 6 -

フェライト量としては10%~50%が好ましく、70%以上のフェライトは鋼の強度上昇の面において効果を出し、5%以下では熱処理時に上部ベーナイトが生成しやすく、著しい韌性劣化を誘起することから、上限を60%、下限を5%とした。このフェライト量を得るために熱間加工後の冷却を適切に制御する必要がある。本発明においては加工後空冷で約40~150秒後、約780°C~880°Cから急冷することが望ましい。

未変態オーステナイトの焼入れ後、さらに800°C~650°Cからの焼戻しにより引張強度は低下するが、降伏強度はほぼ一定値に保たれ、従来の高張力鋼におけるC当量の同レベルのものと比較して、降伏比は低く、延性韌性が良好で、焼戻し処理後も本発明の効力を発揮する。次に本発明の方法における各成分の成分検定理由は次の通りである。Cは0.005%以下の溶質は高価であり、強度上昇効果も少ない。0.2%以上の含有は溶接性を著しく劣化させるので上限を0.2%とする。Moは強化化に必要で、0.8%以下ではその効果が少なく、2.5%を

- 7 -

が飽和する。Cr, Mnは介在物調整を目的に用いるが、Crは0.02%, Mnは0.008%を超える含有はその効果が飽和する。

なお、本発明はすぐれた溶接性を得るためにC当量($= C + \frac{Mn}{24} + \frac{Cr}{6} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{5} + \frac{V}{4} + \frac{Nb}{14}$)は0.40%以下とすることが望ましい。

次に本発明を実施例で説明する。

(実施例)

本発明鋼及び比較鋼として通常の80kg/mm²級非鉄質型高張力鋼、100kg/mm²級調質型高張力鋼の化学成分を第1表に示す。本発明鋼A~Fは同じ化学成分である。本発明鋼の圧延条件はオーステナイト化温度、1150°Cに加熱し、980°Cより減圧率70%，合計減圧率85%で制御圧延した。圧延仕上げ温度は880°Cである。フェライト分率はA, Bそれぞれ18%, 58%である。Aは圧延後空冷44秒で770°Cより水冷したものであり、Bは空冷110秒で720°Cより水冷したものである。A, Bを400°Cで焼戻したもののがC, D、600°C焼戻し材がE, Fである。比較鋼Eは熱間圧延のままで

超える含有は効果が飽和し、上部ベーナイトが生成しやすくなる。Nb, Vは微細な炭化物を生成し、オーステナイトの再結晶遷移温度範囲を広くする効果があり、本発明の効力を発揮するが0.005%未満では効果がなく、0.2%以上の含有は効果が飽和する。

Siは固溶体強化作用を通じて強度上昇に効果が大であるが、1.0%を超える含有は著しい韌性劣化をもたらすので1.0%以下とする。

Cr, Mn, Cuの少量含有は強度上昇に好ましいが0.7%を超える含有はフェライト相の析出量調整が難かしくなり、かつ、溶接性を害するのでそれぞれ0.7%以下とする。

Niは強韌性を高める効果を有するが、0.15%を超える含有は効果が飽和するので0.15%以下とした。Alは脱酸の安定化、結晶粒微細化を目的で添加するが、0.1%を超える含有はそれらの効果が飽和し、介在物が急増して延性を害するので0.1%以下とした。Tiは強度上昇と溶接部韌性の改善作用を有するが、0.05%を超える含有はその効果

- 8 -

ベーナイト、Pは熱間圧延後焼入れ焼戻し処理を行なつたもので、焼戻しマルテンサイト組織を有する。これらの機械的性質を第2表に示す。第2表から本発明鋼は通常の80~100kg/mm²級高張力鋼に比較して、C当量が大幅に低く、引張強度は焼入れ材で100kg/mm²を有し、降伏比は60%、伸びは22%、特に均一伸びを大きくしたのが特徴である。破面遷移温度は-90°C以下で良好である。焼戻し後は引張強度が低下し、降伏強度はほぼ一定値を示すので、降伏比は高くなるが比較鋼よりも低降伏比を有する。第1図に強度と伸びのバランスを示す。同一強度レベルで比較すると、本発明鋼はC当量が低く、延性に優れる。

以上述べた如く、本発明によれば加工性の優れた高張力鋼が得られ、しかも溶接性も十分保障されたものであり、産業上有益である。

- 10 -

第1表 実施例鋼の化学成分 (wt. %)

| 供試材 | C | Mn | Ni | Cr | Mo | Si | V | Nb | C当量 |
|----------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|
| 本発明鋼 A~P | 0.11 | 1.86 | 0.001 | 0.01 | 0.01 | 0.39 | 0.04 | 0.04 | 0.44 |
| 比較鋼 H | 0.13 | 1.86 | 0.02 | 0.03 | 0.10 | 0.46 | 0.02 | 0.04 | 0.45 |
| P | 0.18 | 1.28 | 0.47 | 0.47 | 0.48 | 0.81 | 0.06 | 0.001 | 0.58 |

- 11 -

$$\text{C当量} = C + \frac{Si}{24} + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

第2表 機械的性質

| 供試材 | 0.2%引張強度 (kg/mm ²) | 断面比 (kg/mm ²) | 引一伸び (%) | 全伸び (%) | UTS (°C) | TS (kg/mm ²) | 板厚 (mm) | 備考 |
|--------|--------------------------------|---------------------------|----------|---------|----------|--------------------------|---------|------------|
| A 本発明鋼 | 64 | 107 | 60 | 15 | 22 | -114 | 1.8 | 1.6 |
| B 比較鋼 | 67 | 93 | 58 | 16 | 28 | -91 | 1.2 | 丸棒 |
| C 比較鋼 | 66 | 92 | 73 | — | — | — | — | 400°C 焼戻し材 |
| D 比較鋼 | 61 | 81 | 78 | — | — | — | — | 400°C 焼戻し材 |
| E 比較鋼 | 65 | 79 | 82 | — | — | — | — | 600°C 焼戻し材 |
| F 比較鋼 | 58 | 78 | 79 | — | — | — | — | 600°C 焼戻し材 |
| G 比較鋼 | 73 | 82 | 89 | — | — | — | — | 圧延材 |
| H 比較鋼 | 96 | 102 | 96 | — | — | — | — | QT 焼透材 |

- 12 -

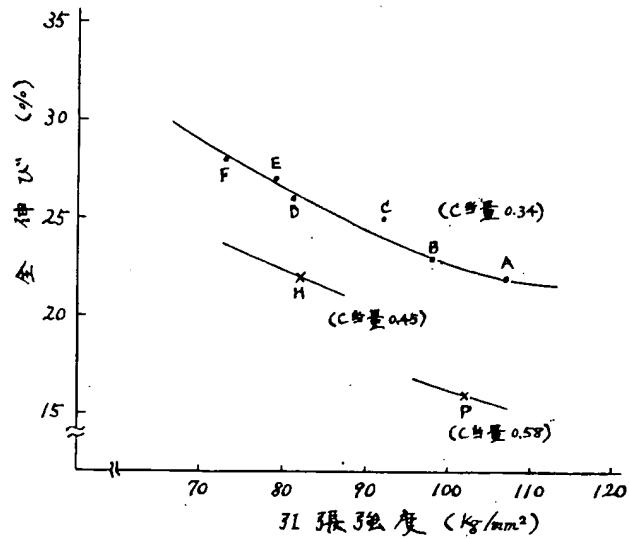
(注) JIS 18号、4mm厚引張試験片使用
JIS 4号、フルサイズシャルビー試験片使用、(*印: 分析値)

4. 図面の簡単な説明

第1図は高張力鋼の引張強度と伸びの関係を示す。

特許出願人 株式会社神戸製鋼所

代理人 井理士 金丸章一



- 18 -

-100-

BEST AVAILABLE COPY

昭和56年3月14日

手続補正書(方式)

昭和54年2月17日

特許長官

1. 事件の表示
昭和58年特許第118804号

2. 発明の名称
加工性のすぐれた高強度高張力鋼の製造法

3. 補正をする者
事件との関係 出願人
(所在地) 神戸市東灘区藤原町1丁目8番18号
(名 称) (119) 株式会社 神戸製鋼所
代表者 高橋 幸吉

4. 代理人
(居 所) 神戸市東灘区藤原町1丁目8番18号
株式会社 神戸製鋼所内
電話(078)-251-1651番(大代表)
(氏名) (7668) 井端士 金丸章

5. 補正書の日付
昭和54年1月6日
(合併日 昭和54年1月8日)

6. 補正の対象
明細書の「発明の名称」の欄

7. 補正の内容
(1) 明細書第1頁第8行目の「発明の名称」を次のように訂正する。
「加工性のすぐれた高強度高張力鋼の製造法」

以上

特許長官

1. 事件の表示

昭和58年特許第118804号

2. 発明の名称

加工性のすぐれた高強度高張力鋼の製造法

3. 補正をする者

事件との関係 出願人
(所在地) 神戸市東灘区藤原町1丁目8番18号
(名 称) (119) 株式会社 神戸製鋼所
代表者 高橋 幸吉

4. 代理人

(居 所) 神戸市東灘区藤原町1丁目8番18号
株式会社 神戸製鋼所内
電話(078)-251-1651番(大代表)
(氏名) (7668) 井端士 金丸章

5. 補正の対象

明細書の「特許請求の範囲」及び「発明の詳細を説明」の欄、並びに添付図面

- 1 -

6. 補正の内容

(1) 明細書第1頁下8行目～第2頁4行目の2特許請求の範囲(2)を「別紙1」のごとく補正する。

(2) 明細書第4頁第18行目「0.15%以下」を「1.5%以下」と訂正する。

(3) 明細書第7頁第1行目～第6行目「フェライト量としては-----下限を5%とした。」を以下のように訂正する。
「フェライト量としては10～50%が好ましい。フェライト量が5%以下ではフェライト・マルテンサイト2相層状組織としての効果を減じ、極低降伏比が実現されない。フェライト量70%以上では鋼の強度上界を図る面において効果が少ない。また、急冷時に上部ベーナイトが生成しやすくなるので、鋼の強性劣化を誘起する。
したがつて、フェライト量の上限を50%、下限を5%とした。」

(4) 明細書第8頁第14行目及び第15行目の「0.15%」を「1.5%」に訂正する。

(5) 明細書第9頁第11行目「本発明鋼A～F-」

」より第10頁第8行目「-----80℃以下で良好である。」まで全文次のように訂正する。

「本発明鋼A～Dの圧延条件はオーステナイト化温度1150℃に加熱し、980℃より減面率10%，合計減面率85%で前倒圧延した。圧延仕上げ温度は880℃である。A鋼は圧延後空冷44秒で770℃より水冷したものと(A鋼とする)、空冷110秒で720℃より水冷したもの(A₁鋼とする)を製造した。A₁、A₂鋼のフェライト分率はそれぞれ18%，58%であつた。さらにA₃、A₄鋼を400℃で焼戻したもの(それぞれA₃鋼、A₄鋼とする)と、600℃で焼戻したもの(それぞれA₁₁鋼、A₁₂鋼とする)を得た。B～D鋼は圧延後空冷して720℃より水冷した。フェライト分率はB鋼で59%，C鋼で55%，D鋼で88%であつた。比較鋼Eは熱間圧延のままでベーナイト組織、比較鋼Fは熱間圧延後焼入れ焼戻し処理を行なつたもので、焼戻しマルテンサイト組織を有する。これらの圧延材の機械的性質を第2表に示す。第2表から本発明鋼は通常の80

- 2 -

- 3 -

JEST AVAILABLE COPY

~100 kg/mm² 級高張力鋼に比較して、O当量が大幅に低く、引張強度は焼入れ材で90~100 kg/mm²を有し、降伏比は70%程度以下、伸びは2.2%以上、特に均一伸びを大きくしたのが特徴である。破面遷移温度(νT_{rc})は-90°C以下で良好である。」

(6) 明細書第11頁第1表を「別紙2」のごとく訂正する。

(7) 明細書第12頁第2表を「別紙3」のごとく訂正する。

(8) 本願図面第1図を別添のとおり訂正する。

以上

〔別紙1〕

2. 許可請求の範囲

「(2) O: 0.005~0.2%, Mn: 0.8~2.5%, Nb, Vの1種又は2種を0.005~0.2%含有し、さらにAlが0.1%以下、Niが1.5%以下、Cr, Mo, Coがそれぞれ0.7%以下、Tiが0.05%以下、Cが0.02%以下、Caが0.008%以下の1種又は2種以上を含有し、残部が鉄及び不可避不純物より成る鋼を1000°C~1800°Cに加熱し、少なくとも80°C以下△Tの温度範囲で減面率80%以上加工して、冷却途中のフェライト相析出温度域において、フェライト相として5~60%析出後に急冷してフェライト・マルテンサイトの2相層状組織となす加工性の優れた高強度高張力鋼の製造方法。」

以上

〔別紙2〕

表1 実施例鋼の化学成分 (単位: %)

| 試験材 | C | Mn | Ni | Cr | Mo | Al | V | Nb | O当量* |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 本発明鋼 | A 0.11 | 1.88 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.88 | 0.04 | 0.04 | 0.6 |
| | B 0.10 | 1.35 | 0.01 | 0.41 | 0.01 | 0.98 | 0.04 | 0.04 | 0.9 |
| | C 0.10 | 1.88 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.86 | 0.04 | 0.04 | 0.87 |
| | D 0.08 | 1.50 | 0.88 | 0.01 | 0.89 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | 0.40 |
| | E 0.18 | 1.88 | 0.08 | 0.03 | 0.10 | 0.86 | 0.04 | 0.04 | 0.68 |
| 比較鋼 | F 0.18 | 1.88 | 0.47 | 0.47 | 0.48 | 0.81 | 0.04 | 0.01 | 0.67 |
| | G 0.18 | 1.88 | 0.47 | 0.47 | 0.48 | 0.81 | 0.04 | 0.01 | 0.67 |

$$* \text{C当量} = C + \frac{Mn}{10} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{3} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

以上

〔別紙3〕

第2表 性能的性質

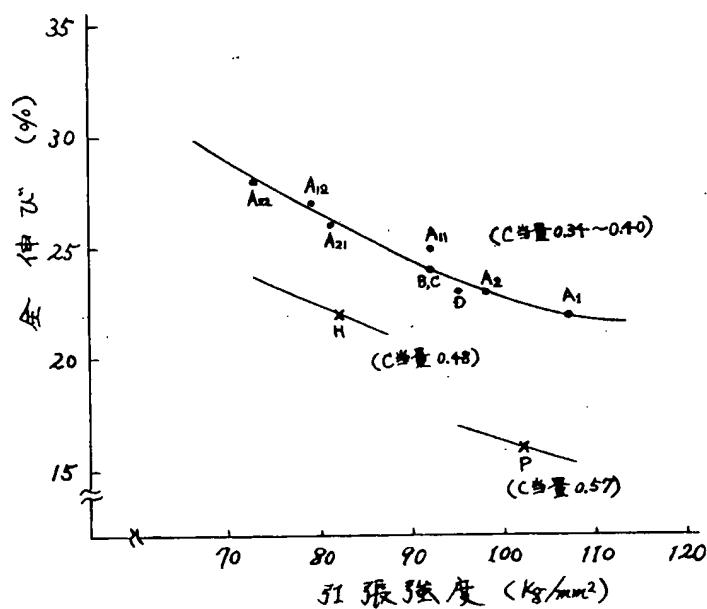
| 試験材 | 0.2% 引張強度 (kg/mm ²) | 引張強度 (kg/mm ²) | 伸び (%) | 一貫伸び (%) | νT _{rc} (kg/mm ²) | νT _{rc} (kg/mm ²) | 板厚 (mm) | 熱処理 | 組織 | |
|------|---------------------------------|----------------------------|--------|----------|--|--|---------|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 本発明鋼 | A ₁ 0.6 | 107 | 0.0 | 1.5 | 8.8 | -114 | 1.8 | 1.6 | 790°C水冷 | フェライト 1.85 マルテンサイト 0.85% |
| | A ₂ 0.9 | 96 | 0.0 | 1.0 | 8.8 | -91 | 1.8 | 1.6 | 790°C水冷 | フェライト 0.85 マルテンサイト 4.2% |
| | A ₃ 0.6 | 93 | 0.0 | 1.5 | 8.5 | - | 1.6 | 790°C水冷 | フェライト 1 | |
| | A ₄ 0.1 | 81 | 7.0 | - | 8.6 | - | - | 400°C熱処し | 一 | |
| | A ₅ 0.5 | 79 | 8.8 | - | 8.7 | - | - | 790°C水冷 | 一 | |
| 比較鋼 | B 0.8 | 78 | 7.0 | - | 8.6 | - | - | 600°C熱処し | 一 | |
| | C 0.9 | 82 | 6.0 | - | 8.4 | - | - | 790°C水冷 | フェライト 5.0% マルテンサイト 41.5% | |
| | D 0.8 | 95 | 7.0 | 1.4 | 8.6 | -138 | 1.1 | 1.6 | 790°C水冷 | フェライト 6.5% マルテンサイト 43.5% |
| | E 0.8 | 82 | 8.0 | - | 8.2 | -197 | 6* | 1.6 | 790°C水冷 | フェライト 3.5% マルテンサイト 67.5% |
| | F 0.6 | 104 | 9.6 | - | 1.6 | -68 | 1.5 | 1.0 | QT熱処理 | 焼戻しマルテンサイト |

(注) 1.8号 4号 フルサイズシャルビー試験片使用 (*印: 1/8 サイズ)

以上

DEST AVAILABLE COPY

第1図



BEST AVAILABLE COPY